



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 18 229 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 06 K 9/82**  
G 06 K 9/62  
G 01 J 4/00  
// G07C 9/02

⑳ Aktenzeichen: 198 18 229.5  
㉔ Anmeldetag: 24. 4. 98  
㉕ Offenlegungstag: 28. 10. 99 ✓

**DE 198 18 229 A 1**

㉑ **Anmelder:**

Hauke, Rudolf, Dr., 89168 Niederstotzingen, DE;  
Einighammer, Hans J., Dr., 40225 Düsseldorf, DE;  
Einighammer, Jens, 72070 Tübingen, DE

㉒ **Vertreter:**

Fay und Kollegen, 89073 Ulm

㉓ **Erfinder:**

Einighammer, Hans J., Dr., Dipl.-Phys., 40225  
Düsseldorf, DE; Einighammer, Jens, 71131  
Jettingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉔ **System zur berührungslosen Hand- und Fingerlinien-Erkennung**

㉕ Das Verfahren zur Abbildung von Hand- und/oder Fingerlinien mit einer Kamera arbeitet ohne Hautkontakt mit der Aufnahmevorrichtung. Durch Verwendung linear oder zirkular polarisierten Lichts im Beleuchtungs- und Abbildungsstrahlengang wird eine getrennte Darstellung des Ober- und Unterhautmusters ermöglicht. Dadurch erhält man einerseits eine kontrastreiche Aufnahme des Hautreliefs, andererseits kann die Information der tiefer liegenden, bereits durchbluteten Hautschichten gewonnen werden. Ein Algorithmus durchsucht die Hautmuster der Handfläche nach Linienelementen verschiedener Stärke und Richtung (Vektoren). Die berechnete numerische Kennung enthält Gesamthäufigkeiten von Vektoren sowie Amplituden und Phasen harmonischer Komponenten von Projektionen der Vektorbilder beider Muster. Das Verfahren ermöglicht Personenkontrolle aus der Distanz, vollständigen Schutz der Meßeinrichtung und verbesserte Sicherheit vor Betrug.

**DE 198 18 229 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur optischen Abbildung von Hand- und Fingerlinien ohne Hautkontakt für die Personenidentifizierung sowie einen Erkennungsalgorithmus.

5 Die Papillarleistenmuster der Finger, die seit langem in Form des Fingerabdrucks auf Gegenständen oder auf Papier in der Kriminologie benutzt oder von Analphabeten als Unterschrift verwendet wurden, haben in letzter Zeit Bedeutung erlangt als Berechtigungs-Kontrollcode für den Zugang zu Wertschränken, Tresorräumen, Computern und anderen gesicherten Objekten.

Das Hinterlegen eines permanenten Farb- oder Fettabdrucks wäre hierbei jedoch unpraktikabel, da eine unmittelbare schnelle Computerauswertung erfolgen muß sowie die häufige Benutzung jeweils des gleichen Applikators vorausgesetzt wird. Es wurden daher zunächst Verfahren entwickelt, die das Bild des Abdrucks auf einer Glasfläche durch optische Abbildung unter Ausnutzung von Verhinderter Totalreflexion oder von Verhinderter Teilreflexion an brechender Grenzfläche kurzzeitig sichtbar machen.

Handlinienmuster sind ebenfalls zur Identifikation von Personen geeignet. Das Verfahren des Abdrucks auf eine Glasfläche ist hier ebenfalls durchführbar, hat sich jedoch nicht durchgesetzt, schon weil die Apparaturen wesentlich größer und aufwendiger sein müßten. Daher sind auch die Auswertalgorithmen hierfür noch nicht weit entwickelt worden.

Wenn eine u. U. große Anzahl von Personen unbeobachtet und anonym ein Zugangskontrollsystem benutzt, das nach einem Hautlinienabdruck-Verfahren arbeitet, wirkt es sich nachteilig aus, daß

- 20 1. Verschmutzung auf der Meß- bzw. Andruckfläche entsteht, die vom Auswertalgorithmus nicht mehr toleriert wird. Die Verschmutzung könnte zwar relativ einfach durch Abwischen, notfalls mit Pflegemitteln, beseitigt werden. Nachteilig ist aber dann, daß Kooperation und Sorgfalt bei den beteiligten Personen vorliegen muß, was nicht immer vorausgesetzt werden kann, oder der Betreiber eine entsprechende Pflege oder Wartung des Systems durchführt, was personalaufwendig sowie kostenintensiv.
- 25 2. die Kontaktfläche des Sensors ein Teil des Meßstrahlengangs ist, der immer frei zugänglich sein muß, so daß bei Vandalismus oder Sabotage wesentliche Systemkomponenten beschädigt werden können.
3. über die Andruckfläche des Applikators indirekt ein Kontakt mit vielen Personen zustandekommt, der vom hygienischen Standpunkt aus vermieden werden sollte. Das gilt insbesondere für Bereiche in Krankenhäusern sowie für medizinische und biologische Sicherheitsbereiche.
- 30 4. über die Andruckfläche des Applikators chemische oder radioaktive Kontamination übertragen werden kann.
5. Hautkontaktverfahren aus psychologischen Gründen weniger akzeptiert werden als andere Verfahren, z. B. wegen der Assoziation einer "Verbrecherdatei", Angst vor Ansteckung oder Abneigung gegen Hautkontakt, letztere z. B. auch ethnisch bedingt.
6. Die Mehrzahl bekannter optischer Abdruckverfahren bildet die äußerste Oberfläche der Haut als Störung der Reflexion an einer Glasfläche ab. Nachteilig wirkt sich hierbei aus, daß tiefer liegende Hautinhomogenitäten und Durchblutungsmuster, die ebenfalls individuelle Information enthalten, so nicht zugänglich sind. Dadurch ist die Erkennungsschärfe dieser Verfahren eingeschränkt.
7. Viele bekannte Hautmustererkennungsverfahren zielen darauf ab, die echte Hautoberfläche (das Relief) zu ermitteln. Nachteilig ist hierbei, daß Reliefs durch plastische Abdruckverfahren leicht reproduziert werden können und dadurch Möglichkeiten des Betrugs bestehen.
- 40 8. Bei allen Hautkontaktverfahren verbleibt auf der Oberfläche der Apparatur ein kaum sichtbarer Abdruck, der klassische Finger- oder Handlinienabdruck. Nachteilig ist hierbei, daß dieser Abdruck mit Mitteln der Spurensicherung sichtbar gemacht und mißbräuchlich benutzt werden kann, und daß er bei hohen Sicherheitsansprüchen z. B. durch Wegwischen beseitigt werden müßte.
9. Zu nennen ist natürlich auch die herkömmliche einfache Methode, Hautlinien mit einer Kamera ohne Objektkontakt abzubilden. Da die Haut bei herkömmlicher Beleuchtung immer etwas durchscheinend ist und das Licht in einem gewissen Volumen diffus streut und da gleichzeitig die oberste Schicht der Papillarleisten mehr oder weniger glänzend reflektiert, sieht die Kamera, so wie das menschliche Auge, normalerweise eine nicht definierte Überlagerung von Ober- und Unterhautbild.

50 Es ist im Prinzip möglich, mittels gerichteter Schrägbeleuchtung den Kontrast der Papillarlinien und Hautfurchen zu erhöhen, um das Oberhautbild hervorzuheben. Nachteilig wirkt sich hierbei aus, daß die Methode nicht im ganzen Gesichtsfeld einheitlich wirkt, sondern von der Richtung des Linienmusters relativ zur Beleuchtung abhängt (Schatteneffekte) sowie von der Welligkeit der Objektoberfläche (Glanzeffekte). Eine Schrägbeleuchtung von allen Seiten oder eine diffuse Beleuchtung gleicht zwar die Welligkeit optisch aus, verschlechtert aber den Kontrast der Stege, da der Anteil der diffusen Reflexion ansteigt.

55 Eine relativ starke Glanz- und Kontrastwirkung erzielt man bei schräger Beleuchtung und schräger Aufnahmerichtung (entsprechend dem Reflexionsgesetz), besonders bei großen Einfallswinkel- bzw. Aufnahmewinkeln. Nachteilig wirkt sie hierbei aus, daß bei schräg gestelltem Objekt eine Entzerrung, z. B. nach Scheimpflug, notwendig ist, die apparativ aufwendig ist, und der Umstand, daß die Welligkeit der Haut stark stört (Bildverzerrungen).

60 Die beschriebenen Nachteile bekannter Verfahren werden erfindungsgemäß dadurch gemindert oder beseitigt, daß das Verfahren berührunglos arbeitet.

Die Arbeitsweise kann hierbei durch Verwendung polarisierten Lichts verbessert werden. Einerseits wird hierdurch (a) durch bevorzugte Abbildung der glänzenden Strukturen der Kontrast der Papillarleisten wesentlich vergrößert. Die Papillarleisten können andererseits aber auch (b) durch Ausfilterung der glänzenden Strukturen unsichtbar gemacht werden, so daß das Muster der Unterhaut sichtbar wird. Insbesondere wird durch Verwendung polarisierten Lichts im Beleuchtungs- und im Abbildungsstrahlengang eine definierte Selektion von Oberhaut- und Unterhautmuster möglich. Es ist eine hervorgehobene Darstellung der glänzenden Oberhaut allein, eine hervorgehobene Darstellung der diffus reflek-

tierenden Unterhaut allein oder eine Darstellung beider Hautmuster in Kombination, z. B. kurz nacheinander, möglich. Das Unterhautmuster ist überwiegend durch die tieferliegenden Strukturen, insbesondere die der angrenzenden, bereits durchbluteten Schichten der Haut gegeben. Im Falle linear polarisierten Lichts kommt das Oberhautmuster bei im Beleuchtungs- und Abbildungsstrahlengang parallel eingestellten und das Unterhautmuster bei senkrecht eingestellten Polarisationsrichtungen zur Abbildung.

Im Fall zirkular polarisierten Lichts kommt das Oberhautmuster bei in Beleuchtungs- und Abbildungsstrahlengang ungleichsinnig eingestellter Polarisationsdrehung und das Unterhautmuster bei gleichsinnig eingestellter Polarisationsdrehung zur Abbildung, wobei die Richtung der Drehung (Rechts- oder Linksdrehend) hier als Drehrichtung des E-Vektors in Fortpflanzungsrichtung des Lichts blickend definiert ist.

Im einzelnen stellen sich die Vorteile wie folgt dar:

1. Das Sensorsystem ist, da es nicht berührt wird, vor Verschmutzung durch die Benutzer geschützt, was eine häufige Pflege und Kontrolle überflüssig macht.
2. Das System kann vollständig hinter einer Schutzwand z. B. aus Panzerglas untergebracht werden, so daß es vor Vandalismus oder Sabotage geschützt ist.
3. Die Vorrichtungen können so ausgeführt werden, daß zur Sicherstellung der Hygiene indirekte Kontakte mit anderen Personen ausgeschlossen sind.
4. Die Vorrichtungen können so ausgeführt werden, daß keine chemischen oder radioaktiven Kontaminationen übertragen werden.
5. Psychologische Gründe wie die Assoziation an eine "Verbrecherdatei", die Angst vor Ansteckung oder die Angst vor Hautkontakt entfallen, da die Vorrichtung berührungslos arbeitet.
6. Im Gegensatz zu einer Anzahl von optischen Kontaktverfahren werden bei der vorliegenden Erfindung Unterhautstrukturen mit zusätzlichem Informationsgehalt zugänglich gemacht.
7. Die Sicherheit vor Betrug wird verbessert, da Unterhautstrukturen – so wie bei einem Wasserzeichen – nicht so leicht kopiert oder gefälscht werden können und weil insbesondere die Kombination der beiden unterschiedlichen Kontrastarten mißbräuchlich nicht so leicht gelingen dürfte.
8. Es entsteht kein Finger- oder Hautlinienabdruck auf der Apparatur, der mißbräuchlich z. B. zur Herstellung eines Hautduplikats, etwa aus Gummi, verwendet werden könnte.
9. Im Gegensatz zur herkömmlichen Abbildung mit einer Kamera können bei der vorliegenden Erfindung Ober- und Unterhautbild separiert und getrennt ausgewertet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt im Gesichtsfeld einheitliche Wirkung und Unabhängigkeit von der Richtung der Linien und der Welligkeit der Oberfläche. Eine Schrägstellung des Objekts zur Nutzung der Glanzwinkelbedingung und die damit verbundene Entzerrung ist nicht notwendig.

Einzelheiten der Erfindung werden nachstehend an Hand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den zugehörigen Zeichnungen beschrieben.

Von den Zeichnungen zeigt

Fig. 1 die Seitenansicht einer ersten Vorrichtung zur berührungslosen Fingerlinien-Erkennung,

Fig. 2 und 3 den Beleuchtungsstrahlengang der Vorrichtung von Fig. 1 in Drauf- bzw. Vorderansicht,

Fig. 4 bis 6 Ausführungsbeispiele eines Sensorsystems zur Erkennung von Hautlinien der Ober- und Unterhaut und

Fig. 7 eine Positionsschablone für eine Hand.

In den Fig. 1 bis 3 ist als Beispiel eine Vorrichtung für die Fingerlinienabbildung beschrieben, die als Tischmodell ausgeführt ist. Sie ist für die Oberhautabbildung fest eingestellt. Der Finger 1 wird auf die Stütze 2 aufgelegt, so daß er sich in der Gegenstandsebene 3 bzw. deren Schärfbereich befindet und über ein Störlichtfilter 4, die Trägerplatte 5 (z. B. Acrylglas), das Umlenkprisma 6 und das Polarisationsfilter 7 mit der Kamera 10 aufgenommen werden kann, die das Objektiv 8 und einen Bildempfänger (z. B. ein CCD-Chip) in der Bildebene 9 enthält und weiterhin hier nicht dargestellte Komponenten für die Bildverarbeitung enthalten kann. Die Teile 4, 5, 6 und 7 sind aus konstruktiven Gründen miteinander optisch verkittet, wobei die Halteplatte 5 mit dem Gehäusetopf 11 fest verbunden ist. Die Abdeckplatte 12, die gewisse Kräfte aufnehmen und ableiten muß, die an der Stütze 2 angreifen, ist ebenfalls am Rand mit dem Gehäusetopf 11 verbunden (und nicht etwa mit der Halteplatte 5). Der Gehäusetopf 11 weist eine Bohrung 13 für den Lichtaustritt auf. Gehäusetopf 11 und Kamera 10 sind über die Grundplatte 14 fest verbunden.

Fig. 2 und 3 zeigen den Beleuchtungsstrahlengang. Die Lichtquellen 15, die in zwei Dreiergruppen seitlich von Prisma 6 angebracht sind (in der Schnittebene von Fig. 1 nicht sichtbar), sind z. B. als Leuchtdioden mit Fokussierlinsen ausgebildet und mit ihrer Richtkeule auf das Objekt 1 ausgerichtet. Dabei sind jeweils Streuscheiben 16 mit Vorwärtsscharakteristik und Polarisationsfilter 17 zwischengeschaltet. Für den Austritt des Lichts aus dem Gehäusetopf 11 sind zwei Schlitze 18 in der Abdeckplatte 12 sowie entsprechende Schlitze in der Trägerplatte 5 vorgesehen. Anstelle von einzelnen Polarisationsfiltern 17 können auch 2 durchgehende Polarisationsfolien verwendet werden, die jeweils 3 Lichtquellen abdecken.

Zur Justierung des Sensors für die separate Abbildung des Oberhautmusters müssen im Fall der Verwendung von linear polarisiertem Licht alle Polfilter 17 und das Polfilter 7 im Abbildungsstrahlengang in die gleiche Richtung eingestellt werden. Man erzielt die beste Wirkung für die Selektion der Oberhaut, wenn die gemeinsame Polarisationsrichtung (E-Vektor) parallel zur Zeichenebene der Fig. 1 und 2, bzw. senkrecht zur Zeichenebene der Fig. 3 liegt. Die zuletzt genannte Ebene ist die Reflexionsebene, in der die Haut bei schräger Beleuchtung und Einhalten der Reflexionsbedingung (etwa Brewster-Winkel) polarisierende Wirkung zeigt. Bei annähernd senkrechter Beleuchtung ist die gemeinsame Polarisationsrichtung beliebig. Im Fall der Verwendung von zirkular polarisiertem Licht müssen die Filter 17 und 7 bezüglich der Drehposition nicht justiert werden.

In Fig. 4 bis 6 sind Ausführungsbeispiele für ein Sensorsystem zur Erkennung von Hautlinien der Ober- und Unterhaut beschrieben. Diese Vorrichtungen können vorteilhafterweise als Wandeinbaueinheit ausgebildet sein. Das System ist in

einem Gehäuse 25 untergebracht, das auf einer Seite ein Panzerglasfenster 20 aufweist. Erfindungsgemäß kann das Gehäuse mit dem Sensorsystem auch vor eine vorhandene, größere Panzerglaswand montiert werden.

Polarisations- und Störlichtfilter sind in Fig. 4 als Kamerafilter 7 und 6 vor dem Objektiv 8 angeordnet. Die Kamera 10 ist auf die Objektebene 3 gerichtet, die sich im Außenraum etwa 4 cm vor der Glasplatte 20 befindet. Die Beleuchtung besteht aus 4 Lampen 15, von denen 2 gezeichnet sind, die als Richtstrahler, z. B. kleine Halogenscheinwerfer ausgebildet, und die auf die Objektebene 3 ausgerichtet sind. Vorgeschaltet sind jeweils eine Streuscheibe 16, die je nach Lampentyp eventuell auch entbehrlich ist und ein Polarisationsfilter 17.

Die Einstellung der Polarisationsfilter erfolgt im Falle der Verwendung linear polarisiertem Lichts so, daß das in der Zeichenebene dargestellte Lampenpaar senkrecht zur Zeichenebene polarisiert ist. Wenn das Kamerafilter 7 ebenfalls senkrecht zur Zeichenebene eingestellt ist, wird mit dieser Anordnung das Oberhautbild gewonnen (wie im vorhergehenden Beispiel Fig. 1).

Zur Darstellung des Unterhautbildes kann das Kamerafilter 7 mit einem elektrischen Antrieb, der zwei Rastpunkte vorsieht, um 90 Grad gedreht werden. Robuster ist jedoch eine Anordnung, die auf mechanische Bewegungen verzichtet. Dazu ist bei feststehendem Filter 7 ein zusätzliches Lampenpaar gleicher Ausführung notwendig, das einschließlich der justierten Filter, gegenüber dem in Fig. 4 dargestellten in der optischen Achse um 90 Grad verdreht ist. Die beiden Lampenpaare werden zur Aufnahme von Ober- und Unterhautbild kurz nacheinander ein- und ausgeschaltet.

Bei Verwendung von zirkular polarisiertem Licht kann genauso verfahren werden, jedoch ist hier eine Filterjustierung nicht notwendig und die Polarisationsdrehung von Filter 7, 17 und gedrehter Anordnung 17 muß entsprechend der vorhergehenden Erläuterung beachtet werden.

Der Benutzer hat die Aufgabe, seine Hand mit der Innenfläche nach vorn in den Schärfbereich 3 hineinzuführen, ohne die Scheibe zu berühren. Als Positionierhilfe dient dabei eine in Fig. 7 dargestellte Schablone 27, die sich auf der Glasplatte befindet. Auf der Schablone sind, z. B. in vereinfachter oder stilisierter Form, die Umrisse einer Hand mit gespreizten Fingern dargestellt. Das Handlinienmuster sollte immer bei gespreizten Fingern aufgenommen werden, weil dann weniger Bildverzerrungen durch den Faltenwurf der Haut auftreten.

Der Benutzer soll durch das Bild dazu animiert werden, ebenfalls die Finger zu spreizen, da erfahrungsgemäß entsprechende Hinweise in einer Gebrauchsanweisung nicht immer befolgt werden.

Der Strahlengang kann durch einen Spiegel oder ein Prisma geknickt werden, um eine kompaktere Einheit zu erhalten (nicht dargestellt).

Fig. 5 ist eine Variante des vorhergehenden Ausführungsbeispiels, wobei sich die Objektebene 3 in einem Abstand von der Wand befindet. Die Entfernung kann auch etliche Meter betragen. Diese Ausführung ist für den Fall interessant, daß Zugang und Kontrolle nicht am gleichen Ort stattfinden, das Sensorsystem sich mit im geschützten Bereich befindet (hinter der Panzerglasscheibe) und eine Sichtverbindung dazu besteht. Die Beleuchtungselemente 15, 16, 17 befinden sich hierbei nahe bei der Kamera 10 und das Volumen des Gehäuses 25 wird dadurch relativ klein. In diesem Fall ist die Positionierungshilfe als Rahmen 22 ausgebildet, der innen die vereinfachten oder stilisierten Umrisse einer Hand mit gespreizten Fingern aufweist, der an einer Wandhalterung, oder bei größerem Abstand auf einer frei stehenden Säule oder an anderer Stelle montiert ist. Der Benutzer hat die Aufgabe, seine Hand in den Rahmen hineinzuführen und mit dem Muster zur Deckung zu bringen. Die Abmessungen des Rahmeninneren sind so gewählt, daß eine Berührung ohne Schwierigkeit vermieden werden kann.

In Fig. 6 ist eine weitere Variante dargestellt, bei der die Positionierplatte 23 in Schrägstellung an der Wand befestigt ist. Hierdurch wird eine bequemere Handhaltung ermöglicht sowie ein kompakter Aufbau durch den an dem Spiegel 24 geknickten Strahlengang. Der schräge Strahlendurchtritt durch die Panzerglasplatte 20 verursacht eine gewisse Bildverzerrung, die nicht gravierend ist und nachträglich korrigiert werden kann. Eine weitere, hier nicht dargestellte Variante sieht vor, daß das Gehäuse mit Kamera und Beleuchtung in z. B. nicht erreichbarer Höhe, etwa an der Decke, montiert und mit dem Sichtfenster nach unten gerichtet ist und daß als Positionierhilfe ein Rahmen in der Art des Rahmens 22 oder 23 verwendet wird, der jedoch waagrecht montiert ist und in den die Hand mit der Innenfläche nach oben hineingeführt wird. Ein derartiger Rahmen kann ganz oder teilweise aus Kunststoff bestehen, wobei in diesem bedarfsweise auch eine Antenne integriert sein kann.

Eine weitere Positionierhilfe für die zuletzt genannte Anordnung ist ein von oben in die Objektebene der Kamera projiziertes Luftbild. Erfindungsgemäß ist dieses Luftbild ein Doppelbild, das von 2 Projektoren, die nebeneinander angeordnet sind, so erzeugt wird, daß beide Teilbilder nur in der Objektebene der Kamera genau zur Deckung kommen und bei richtiger Position der Hand auf dieser deckungsgleich erscheinen.

Als Hilfe beim Positionieren der Hand kommen auch holographisch hergestellte Luftbilder z. B. von Marken, Handkonturlinien oder Händen in Frage. Die Hologrammplatte wird dabei vorzugsweise innen vor der Panzerglasscheibe angebracht. Für den Kameradurchblick kann ein kleines Loch im Hologramm dienen.

Bei den zuletzt genannten Ausführungsanordnungen, bei denen Luftbilder als Positionierhilfe verwendet werden, kann auch ein versehentliches Berühren von irgendwelchen Teilen der Anlage ausgeschlossen werden.

Um zu verhindern, daß Umgebungslicht, insbesondere Tageslicht, die Messung stört und einfache Maßnahmen wie Beseitigung der Störquellen, Abdecken mit einer Abschirmung etc. nicht ausreichen, kann die Vorrichtung wie folgt gegen Störlicht unempfindlicher gemacht werden:

1. Die Abdeckplatte 12 und die Fingerstütze 2 im ersten Ausführungsbeispiel sollten dunkel, am besten schwarz, ausgebildet sein, und die Oberfläche sollte aufgeraut sein, damit wenig Fremdlicht reflektiert wird.
2. Es sollte schmalbandiges Licht, z. B. mit Hilfe von schmalbandigen Filtern oder durch Einsatz von farbigen Leuchtdioden oder Lasern auf der Beleuchtungsseite und entsprechende Filter mit schmalbandigem Durchgang auf der Abbildungsseite verwendet werden.
3. Impulsartige Beleuchtung wie Blitzlicht, gepulste Leuchtdioden (LEDs) oder gepulste Laserdioden sind zu kombinieren mit einer angepaßten kurzen Shutterzeit der Aufnahmekamera.

Schließlich sei noch erwähnt, daß in der Abdeckplatte 12, der Fingerstütze 2, der Schablone 21 sowie den Rahmen 22 und 23 der Platz für die Antenne eines berührungslosen (elektromagnetischen) Ausweislesers (proximity reader) zur Verfügung steht, so daß eine Kombination mit dieser Ausweislesermethode möglich ist.

#### Softwarealgorithmus für die Handlinienerkennung

5

Der Vergleich zweier Handlinienmuster mit dem Ziel, über die Identität zu entscheiden, ist im Idealfall formal eine Korrelation der vollständigen Muster. Der Korrelationskoeffizient ist bei Übereinstimmung – eine gute Reproduktionsqualität sei vorausgesetzt – dann praktisch 100%.

Wenn das Bild der zu identifizierenden Person auf diese Weise mit einer großen Anzahl von gespeicherten Komplettbildern verglichen werden muß, wäre jedoch der Bildverarbeitungsaufwand, insbesondere die Rechenzeit, zu groß. Günstiger ist die Speicherung und der Vergleich von charakteristischen Kenndaten, die die für eine Entscheidung notwendigen Merkmale enthalten. Notwendig ist also eine Bilddaten-Kompression und Kodierung. Sie sollte den gewünschten Bedingungen, insbesondere der Entscheidungsschärfe, in einfacher Weise angepaßt werden können. Die hier gewählte Strategie der Bildverarbeitung ist in dem Diagramm dargestellt und wird im folgenden erläutert. Dabei wird im Text durch Unterstreichungen auf die verschiedenen Blöcke des Diagramms Bezug genommen.

Abgesehen von einer eventuellen Unterdrückung sehr hoher und relativ niedriger Raumfrequenzen durch eine Filterung (hier nicht dargestellt) ist der erste Bearbeitungsschritt eine Segmentierung des Oberhaut- und Unterhautbildes. Dies ist eine Unterteilung in Untereinheiten, z. B. in Kästchen, die so erfolgt, daß die Zahl der Bildsegmente gegenüber der Pixelanzahl des Ausgangsbildes im Sinne der Datenkompression möglichst stark reduziert wird, die Detailauflösung im Segmentbild für die hier vorliegende Aufgabe jedoch noch ausreicht.

Bei der folgenden Linienanalyse werden die Segmentinhalte nach Linienelementen verschiedener Stärke  $s$  und Richtung  $r$ , mit etwa 2 bis 3 Werten für  $s$  und bis zu maximal etwa 8 Werten für  $r$ , untersucht. Mehrere gleichartige Vektoren (parallele Linienelemente gleicher Stärke) in einem Segment werden addiert. Jedes Segment kann also durch eine Anzahl verschiedener Vektorarten beschrieben werden. Betrachtet man jeweils nur eine Vektorart, d. h. eine Kombination von  $r$  und  $s$ , so resultieren Vektorbilder für die verschiedenen Vektorarten. Es kann im Rahmen der Optimierung des Algorithmus von Vorteil sein, Bilder verschiedener Vektorarten additiv zusammen zu fassen, z. B. um zu kleine Zahlenwerte zu vermeiden.

Die weitere Datenkompression erfolgt durch Projektion der Vektorbilder, d. h. Addition der Pixelwerte in verschiedenen Richtungen. Dies entspricht der Aufnahme einer Schnittebene nach dem Verfahren der Computertomographie, wobei das Objekt in diesem Fall ein bereits digitalisiertes Bildfeld mit ganzzahligen Pixelwerten kleiner als etwa 5 ist und der Wert Null relativ häufig vorkommt.

Mit einer hinreichend großen Anzahl von Projektionen gelingt es bekanntlich, mittels des CT-Algorithmus die Schicht eines Objekts zu rekonstruieren, da die Gesamtheit der Projektionen die vollständige Objektinformation enthält.

Die Bildrekonstruktion (Back Projection) wird hier nicht durchgeführt. Es wird jedoch die Information der Projektionsfunktionen benutzt, um das Handlinienbild zu kennzeichnen. Die Anzahl der Projektionen richtet sich nach der gewünschten Genauigkeit der Bildkennzeichnung. Es ist ein Vorteil des Verfahrens, daß die notwendige und hinreichende Genauigkeit durch eine einfache Vorschrift, nämlich die Wahl der Anzahl der Projektionen, eingestellt werden kann. Im Vergleich zur bekannten Computertomographie werden hierbei nur wenige Projektionen benötigt.

Aus den Projektionsfunktionen ergeben sich zunächst auf einfache Weise die Gesamthäufigkeiten für jede Vektorart. Die Gesamthäufigkeiten oder deren Verhältnisse eignen sich bereits für eine grobe Kennzeichnung des Linienmusters.

Der nächste Schritt ist die Ermittlung der Hauptprojektionsrichtung. Hierzu betrachten wir das Summenbild aus allen Vektorbildern mit der größten Linienstärke  $s$ , ohne Berücksichtigung der Richtung  $r$ , und die Projektionen dieses Summenbildes. Das Projektionspaar mit Richtungen bei ungefähr plus oder minus 45 Grad zur Längsachse der Hand ist hierbei ein bevorzugtes Paar, da die drei am stärksten ausgeprägten Hauptlinien, die Daumenfurche, die Fünffingerfurche und die Dreifingerfurche, in einer der beiden Projektionen – das ist davon abhängig, ob es sich um die rechte oder die linke Hand handelt – als Maxima mit großer Amplitude auftreten. Das gut identifizierbare Maximum z. B. der Fünffingerfurche kann zur Definition eines objektbezogenen Skalennullpunkts verwendet werden. Bei den anderen Projektionen kann, wenn ein sehr deutliches Maximum erkennbar ist, dieses ebenfalls zur Festlegung des Skalennullpunktes dienen. Anderenfalls wird der Nullpunkt willkürlich, z. B. am linken Bildrand, festgelegt.

Die Hauptprojektionsrichtung wird anhand der Ausprägung der Maxima im Bereich um plus oder minus 45 Grad vom Programm gesucht. Sie dient dann auch als Referenzrichtung für die anderen Richtungen. Auf diese Weise wird auch eine gewisse Rotationsinvarianz des Maßverfahrens hergestellt.

Zur weiteren Datenkompression werden die Projektionsfunktionen einer Harmonischen Analyse unterzogen, wobei für die Darstellung der Harmonischen Komponenten die kürzeste Form, die Amplitude und gegebenenfalls die Phase gewählt wird. Die Kennzeichnung aller Projektionen in der Hauptrichtung kann durch Amplituden und Phasenwerte erfolgen. Bei den anderen Projektionen haben Phasenangaben nur in manchen Fällen einen Objektbezug und sind im allgemeinen für die Kennzeichnung nicht direkt geeignet.

Es soll noch eine Möglichkeit erwähnt werden, wie man die nicht objektbezogene Phaseninformation für die Musteridentifizierung verwerten kann: Man kann die Projektionsfunktionen aus in der Kennung abgelegten Amplituden und Phasen rekonstruieren und einen Vergleich der Kurvenformen mittels Korrelation durchführen. Diese Möglichkeit ist im Diagramm nicht dargestellt.

Die Numerische Kennung aus Ober- und Unterhautbild enthält Verhältnisse von Gesamthäufigkeiten von Vektorarten, Sätze von Amplituden der Harmonischen Komponenten der Projektionen sowie Phasen zu den Amplituden der Hauptprojektionen. Wieviele Projektionen bzw. Amplituden-/Phasensätze erstellt werden, muß empirisch ermittelt werden. Diese Art der Kennzeichnung von Handlinienmustern ist bezüglich der Hand translationsinvariant.

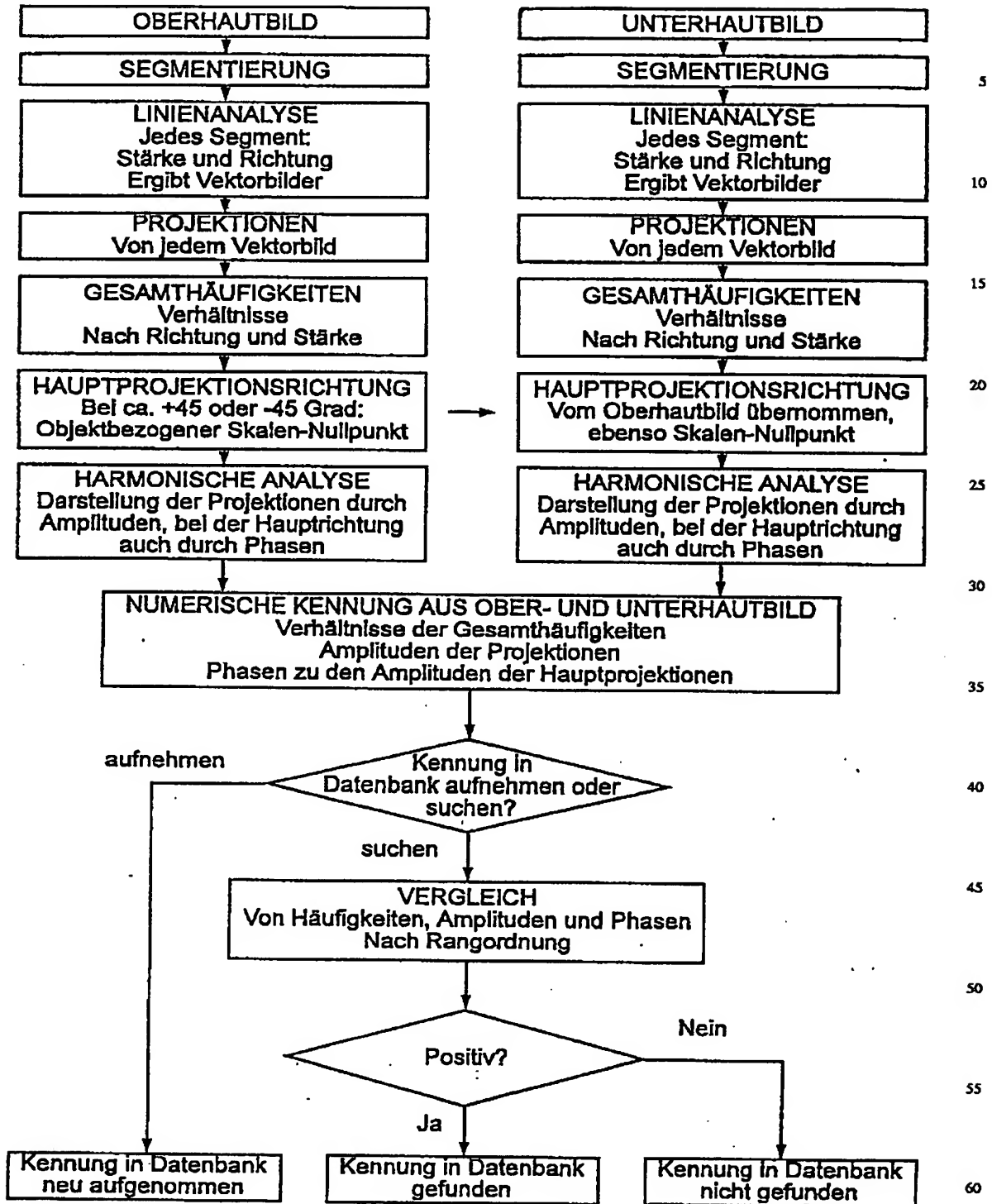
Die Merkmale können in der Numerischen Kennung in einer Art Rangordnung aufgestellt werden, die mit Globalausagen beginnt und bei hochaufgelösten Mustern, d. h. bei Amplituden und Phasen der Harmonischen Komponenten für

die hohen Raumfrequenzen endet. Der Vorgang des Merkmalvergleichs beginnt bei den Gesamthäufigkeiten und wird bei Nichtübereinstimmung abgebrochen. Die Qualität der Übereinstimmung von Handlinienbildern ist um so größer, je weiter man in der Rangordnung kommt, ohne eine Negativmeldung zu erhalten.

Die Analyse des Unterhautbildes, das nicht so stark (jedoch in anderer Weise) strukturiert ist wie das Oberhautbild, erfolgt in der gleichen Art, wobei die Skalennullpunkte für die Hauptprojektionen von den zugehörigen Oberhautbildern übernommen werden. Die Anzahl der Strichstärken  $s$  kann bei der Unterhaut geringer sein.

Ist eine Kennung berechnet worden, wird sie bei der erstmaligen Registrierung einer Person in die Datenbank aufgenommen. Soll ein Vergleich von Handlinienmustern durchgeführt werden, werden die Merkmale der zu prüfenden Kennung mit den in der Datenbank gespeicherten Kennungen der Rangordnung folgend verglichen, so daß, wie in dem Diagramm unten dargestellt ist, eine positive oder negative Entscheidung getroffen werden kann.

Im Gegensatz zu den Algorithmen der Fingerabdruckerkenung, die die Anzahl oder Anordnung von Minutien – das sind Besonderheiten im Papillarleistenmuster – ermittelt, werden bei der hier vorgeschlagenen Handlinienerkennung (sinusförmige) Verteilungsmuster von "normalen" Linienelementen erfaßt. Der Informationsgehalt liegt dabei weniger in den drei genannten Hauptlinien, die individuell nicht sehr stark variieren, sondern mehr im Netz der etwas dünneren Nebenlinien.



Diagramm



1. Verfahren zur Personenidentifizierung anhand von deren Hand- und/oder Fingerlinien, dadurch gekennzeichnet, daß diese optisch berührungslos erfaßt werden, und mittels digitaler Bildverarbeitung eine numerische Kennung errechnet wird, die den Vergleich mit gleichartigen abgelegten Daten erlaubt.
2. Verfahren zur Personenidentifizierung anhand von deren Hand- und/oder Fingerlinien nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Ober- und/oder Unterhautmuster derselben erfaßt und ausgewertet werden.
3. Verfahren zur Personenidentifizierung nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur selektiven Darstellung der Muster der oberen und/oder unteren Hautschicht polarisiertes Licht des sichtbaren oder nahen Infrarotbereichs im Beleuchtungs- und Abbildungsstrahlengang verwendet wird.
4. Verfahren zur Personenidentifizierung nach Anspruch 2 und/oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl mit linear als auch zirkular polarisiertem Licht zur selektiven Darstellung von Unter- und Oberhaut gearbeitet wird.
5. Verfahren zur Personenidentifizierung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Selektion des Oberhautmusters bei in Beleuchtungs- und Abbildungsstrahlengang ungleichsinnig eingestellter Polarisationsdrehung und die des Unterhautmusters bei gleichsinnig eingestellter Polarisationsdrehung erfolgt, wobei die Richtung der Drehung (Rechts- oder Linksdrehend) hier als Drehrichtung des E-Vektors in Fortpflanzungsrichtung des Lichts blickend definiert ist.
6. Verfahren zur Personenidentifizierung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Selektion des Oberhautmusters bei im Beleuchtungs- und Abbildungsstrahlengang parallel eingestellten und die des Unterhautmusters bei senkrecht eingestellten Polarisationsrichtungen erfolgt.
7. Verfahren zur Personenidentifizierung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß beide Muster koordinatengleich mit einer Kamera kurz hintereinander aufgenommen werden.
8. Verfahren zur Personenidentifizierung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Muster mit jeweils einer Kamera aufgenommen wird.
9. Verfahren zur Personenidentifizierung nach mindestens einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der hierzu geeignete Informationsgehalt beider, koordinatengleich zur Verfügung stehender Hautmuster kombiniert wird.
10. Verfahren zur Personenidentifizierung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung der Hand- und/oder Fingerlinien aus größerer Distanz erfolgt.
11. Verfahren zur Personenidentifizierung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erkennung von Fingerlinien mittels eines Erkennungsalgorithmus die relative Lage der Minutien ermittelt und in Richtung einer Identifizierung ausgewertet wird. (z. B. Henry Code).
12. Verfahren zur Personenidentifizierung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erkennung der Fingerlinie des Oberhautmusters mittels eines Erkennungsalgorithmus die Häufigkeit orthogonaler Merkmale ermittelt und in Richtung einer Identifizierung ausgewertet wird.
13. Verfahren zur Personenidentifizierung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erkennung von Handlinien das Ausgangsbild in Segmente eingeteilt wird und in den Segmenten Linienabschnitte verschiedener Stärke und Richtung ermittelt werden.
14. Verfahren zur Personenidentifizierung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß im Segmentbild die Linienabschnitte (Vektoren) nach Art einer computertomographischen Schnittbildaufnahme als Pixelwerte in verschiedenen Richtungen zu Häufigkeitsverteilungen aufsummiert werden (Projektionen).
15. Verfahren zur Personenidentifizierung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Projektionen durch die Amplituden und gegebenenfalls auch die Phasen der Komponenten ihrer Harmonischen Approximation (z. B. nach Hartley) gekennzeichnet und die Amplituden mit oder ohne Phasenangabe zur numerischen Musterkennzeichnung herangezogen werden.
16. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 15, gekennzeichnet durch eine Kamera (10) mit Bildempfänger (9), deren Objektiv (8) auf die Gegenstandsebene (3) scharfgestellt ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Bildempfänger (9) ein CCD-Chip ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Lichtquelle (15) zur Beleuchtung des Gegenstandes (1) vorgesehen ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (15) ein Diodenlaser ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (15) eine Lampe mit glühenden Metallflächen unter schrägem Beobachtungswinkel ist.
21. Vorrichtung nach Anspruch 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer Lichtquelle (15) ein Polarisationsfilter (17) zugeordnet ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Lichtquellen (15) ein unterschiedlich (linear oder zirkular) ausgebildetes Polarisationsfilter (17) zugeordnet ist.
23. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß im Beleuchtungs- und Abbildungsstrahlengang um 90° gekreuzte lineare Polarisationsfilter (17 bzw. 7) angeordnet sind.
24. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1–22, dadurch gekennzeichnet, daß im Beleuchtungs- und Abbildungsstrahlengang zirkular polarisierende Filter (17; 7) vorgesehen sind, die entsprechend ihrer Eigenschaft geeignet sind, Ober- oder Unterhautbild darzustellen.
25. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen (15) in Abhängigkeit von der Polarisationsrichtung der ihnen zugeordneten Polarisationsfilter (17) ein- und ausgeschaltet werden können.
26. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei gleich polarisierten Lichtquellen (15) zwei Polarisationsfilter mit senkrecht aufeinander stehenden Richtungen im Abbildungsstrahlengang vorgesehen sind, die einzeln wahlweise in diesen verbracht werden können.



27. Vorrichtung nach Anspruch 22 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Kamera (10), die Beleuchtungseinrichtung (15, 16, 17) sowie gegebenenfalls weitere optische Zusatzeinrichtungen, wie z. B. Umlenkprisma, Entfernungsmesser, Hologrammbeleuchtung in einem mechanisch geschlossenen Gehäuse (11, 12) untergebracht und optisch nur über eine Glasscheibe (20), z. B. aus Panzerglas zugänglich ist.
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Identifizierungsvorrichtung als Wandeinbaueinheit ausgebildet ist. 5
29. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Hand und/oder Finger mittels einer Schablone (21), eines Rahmens (22; 23) im Gesichtsfeld und im Schärfebereich der Kamera (10) positioniert werden können.
30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Kontur der Schablone (21) des Rahmens (22; 23) die angedeutete Form des Umrisses einer Hand mit gespreizten Fingern nach Art der Positionierungsschablone (27) aufweist. 10
31. Vorrichtung nach Anspruch 29 und/oder 30, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen (22; 23) in Form eines holographisch erzeugten Luftbildes gegeben ist.
32. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen (22; 23) teilweise oder ganz aus Metall besteht und hochfrequenzmäßig so ausgeführt und angepaßt ist, daß er die Antennenfunktion eines berührungslos arbeitenden Ausweislesers (proximity reader) besitzt. 15
33. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 29 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß dem Rahmen (22; 23) ein auf eine feste Distanz eingestellter optischer Entfernungsmesser zugeordnet ist, mit dem die Bildaufnahme gesteuert werden kann. 20
34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß der Entfernungsmesser optisch nach dem Prinzip der Triangulation arbeitet.
35. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Einschalten der Vorrichtung in den Bereitschaftszustand und/oder das Auslösen des Meßvorgangs durch die Herstellung einer kapazitiven Verbindung mit dem Boden, auf dem sich der Benutzer befindet, über dessen Körper erfolgt bzw. durch kapazitive Verstimmung des als HF-Antenne arbeitenden Positionierungsrahmens oder einer im Rahmen integrierten Antenne erfolgt, wenn die Hand im Positionierahmen in die richtige Stellung kommt ist. 25
36. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Fingerstütze (2) oder der Abdeckplatte (12) die Antenne eines berührungslos arbeitenden Ausweislesers integriert ist. 30

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

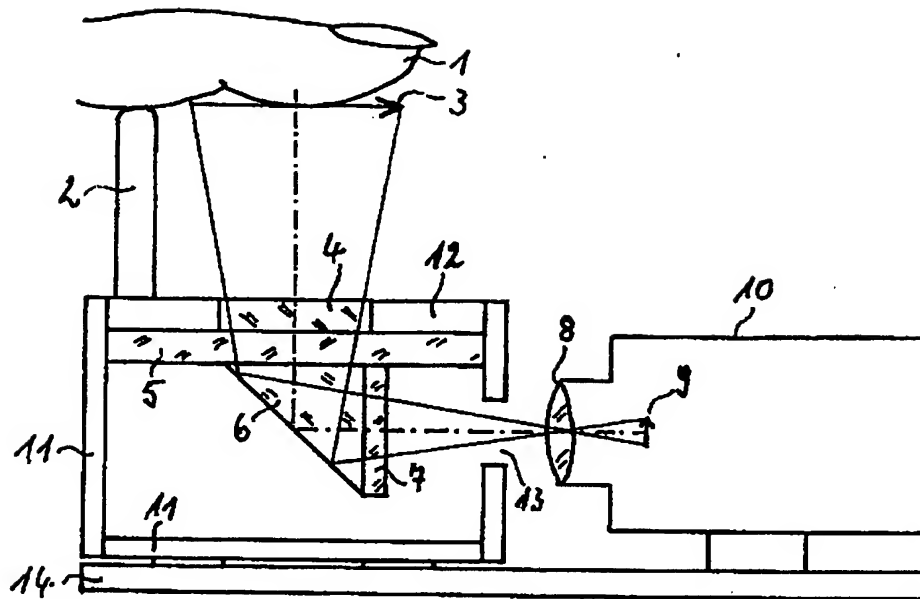


Fig. 1

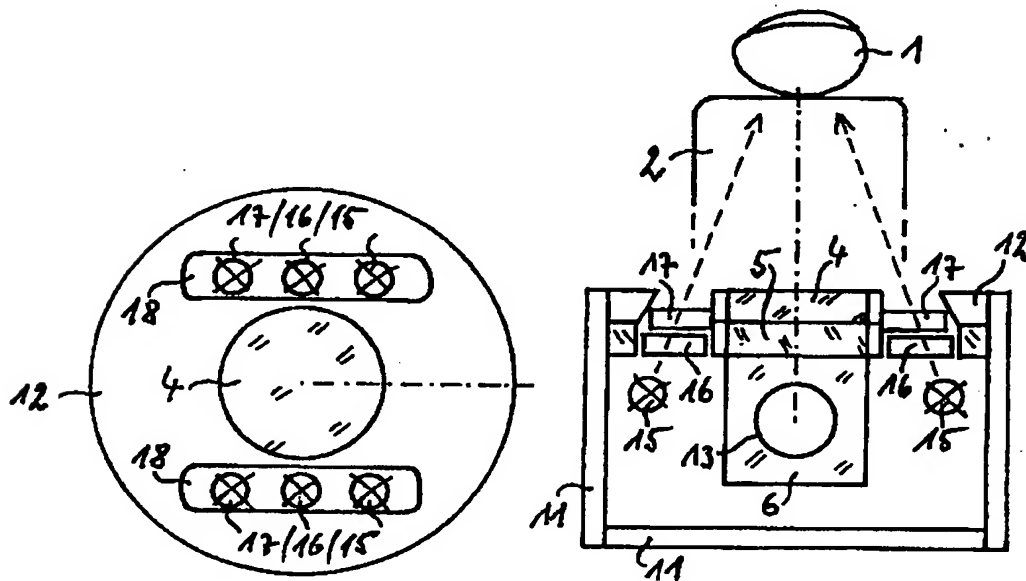


Fig. 2

Fig. 3

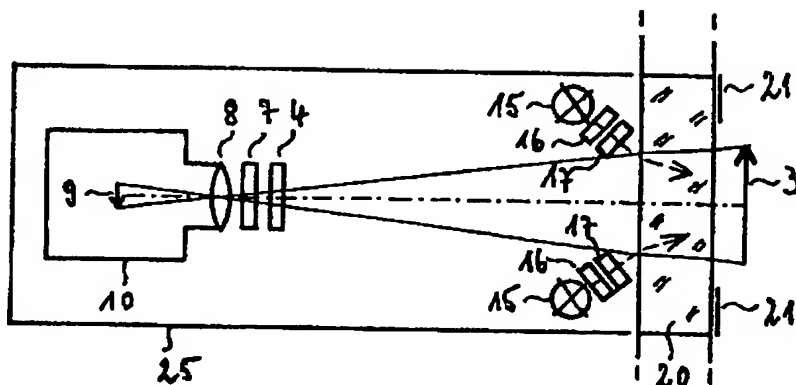


Fig. 4

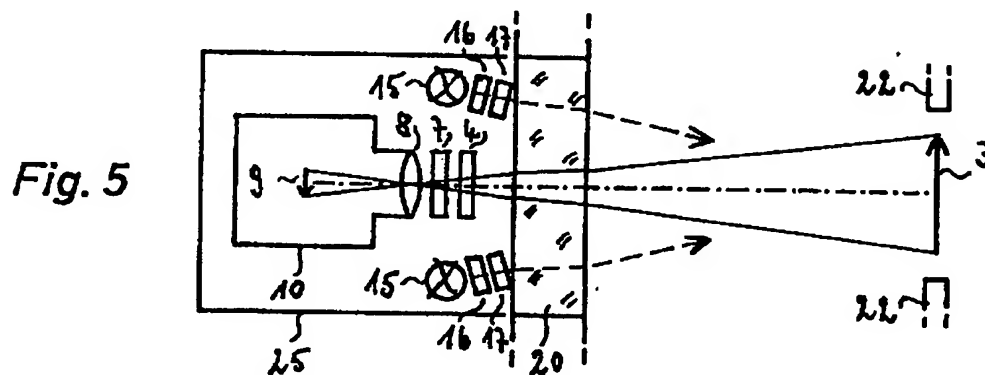


Fig. 5

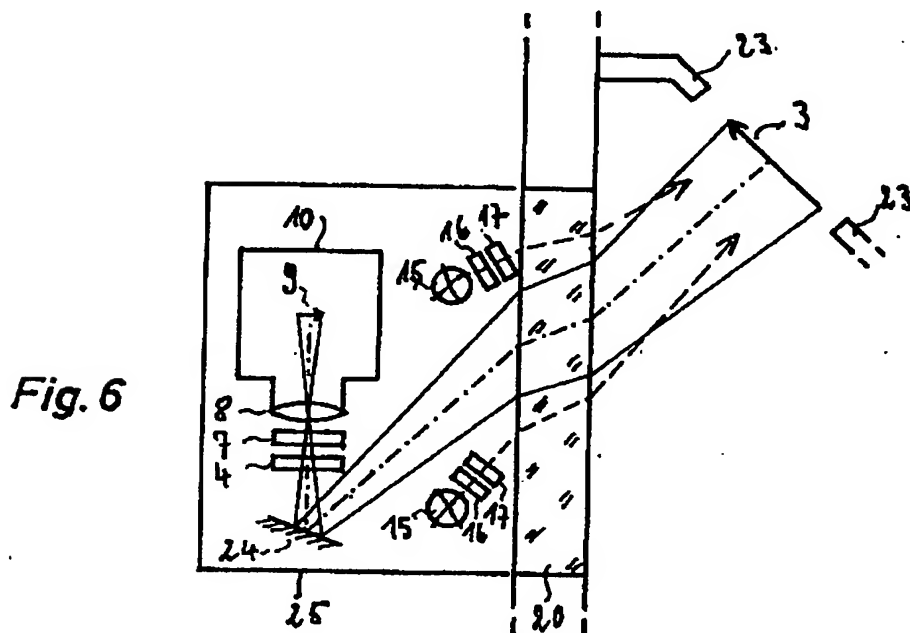
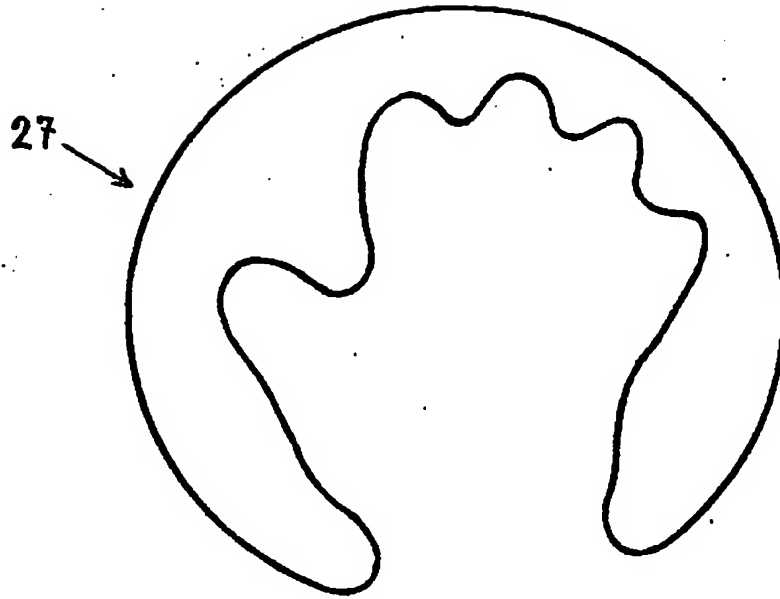


Fig. 6



*Fig. 7*